

Contribution à la détermination d'impacts économiques de la fertilisation d'un ferralsol par l'extrait aqueux de cendres de *Cynodon dactylon* à Kisangani, R.D.Congo

BOLAKONGA Ilye¹, MOANGO Manga², NATDANGA LELE³, LIENGE BOTWELE⁴

Résumé

*L'acidité des sols ferrallitiques affecte sensiblement le rendement des cultures. Il importe toujours de trouver des moyens rentables pour y remédier grâce à la mise au point de technologies simples et accessibles à un grand nombre d'agriculteurs de la région de Kisangani en R.D. Congo. C'est dans cette optique que s'inscrit cette étude qui recourt aux doses croissantes d'extrait aqueux de *Cynodon dactylon* en utilisant le maïs comme plante-test.*

Les résultats obtenus indiquent une nette supériorité des rendements sur les parcelles fertilisées aux deux doses d'extraits ; l'augmentation relative du gain est de 36% et 46% respectivement sous T1 (40 g d'extrait/parcelle de 8 m², équivalent de 50kg de K₂O/ha) et T2 (100 g d'extrait/parcelle de 8 m², équivalent de 100kg de K₂O/ha) avec une amélioration conséquente du revenu du même ordre, nos deux doses n'étant pas significativement différentes entre elles. En revanche, du point de vue économique, la marge bénéficiaire est restée négative entraînant des pertes financières exorbitantes de 3416,53 \$US, de 1845,75 \$US et de 315,55 \$US respectivement sous T2, T1 et T0. Le choix du T1 s'avère plus indiqué étant donné son caractère moins onéreux économiquement et statistiquement équivalent au T2.

Mots clé : Fertilisants organiques, *Cynodon dactylon*, impact économique, sol ferrallitique.

Abstract

*Ferralsols acidity affects appreciably the culture yields. It is consequently important to find profitable means to remedy by simple technologies for whole country people around Kisangani, D.R.Congo. Accordingly, this study uses the increasing amounts of aqueous extract of *Cynodon dactylon* with maize like plant test. The results obtained indicate a clear superiority of the yields on the plot fertilized by our two extract amounts ; the relative increases of win are 36% and 46% respectively under T1 (40g of extract/plot of 8 m², equivalent to 50kg of K₂O/ha) and T2 (80g of extract/plot of 8 m², equivalent to 100kg of K₂O/ha) with a consequent income improvement in the same proportion. Our two amounts are not significantly different between them. On the other hand, with economic standpoint, the profit margin remained negative involving exorbitant financial losses of 3416,53 \$ US, 1845,75 \$ US and 315,55 \$ US respectively under T2, T1 and T0. The choice of the T1 proves more indicated because it is less onerous economically and statistically equivalent to T2*

Key words: Organic manures, *Cynodon dactylon*, economic impact, ferralsols.

I. INTRODUCTION

Les contraintes à la production sur les sols ferrallitiques sont essentiellement dues à leur acidité et à leur faible capacité d'échange, souvent à l'origine des carences en éléments nutritifs majeurs comme le Potassium. D'autre part, les paysans déjà dépourvus de ressources financières enregistrent, après chaque saison, de chutes considérables de rendement. De plus, les mauvaises herbes viennent exacerber la modicité de la production en concurrençant les plantes cultivées dans leur nutrition minérale.

Dès lors, il importe de recourir aux ressources locales susceptibles de lever les contraintes édaphiques limitant cette faible productivité et pallier ainsi à l'insuffisance alimentaire. Ainsi, l'extrait

¹ Ingénieur Agronome et Master en Gestion des Risques Naturels, Assistant au Département de Sol et Eau de l'Institut Facultaire des sciences Agronomiques de Yangambi. Email : bilybolak@yahoo.fr . Tél. +243 998 825 622

² Docteur ingénieur en Sciences agronomiques, Département de Sol et Eau de l'IFA-Yangambi

³ Ingénieur Agronome Phytotechnicien,

⁴ Ingénieur Agronome Phytotechnicien, Chercheur et Attaché de Recherche à l'Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA), Centre de Recherche de Yangambi.

aqueux de cendres de *Cynodon dactylon* pourrait s'avérer bénéfique à double titre : d'une part, le potassium accumulé dans cette plante pourrait être restitué au sol sous forme d'extrait aqueux de cendres capable de neutraliser l'acidité et de corriger la déficience minérale de ces sols en cet élément ; et, d'autre part, on lutterait contre cette adventice colonisatrice des sols acides. Par ailleurs, du point de vue rentabilité économique, quelle peut être la conséquence des coûts supplémentaires engendrés par l'application des fumures ? Ces dernières sauraient-elles compenser les coûts engagés ?

Le présent article se fixe comme objectif d'étudier le pouvoir fertilisant des doses croissantes de l'extrait aqueux des cendres de *Cynodon dactylon* tout en estimant le coût global de production sur un sol ferrallitique sous culture de maïs à Kisangani. Le but visé étant d'évaluer la possibilité de substituer les engrais potassiques classiques, souvent inaccessibles aux paysans, par l'extrait des cendres de *Cynodon dactylon* tout en évaluant la rentabilité.

Cette recherche s'inscrit dans l'optique de la valorisation des ressources naturelles locales et dans la perspective d'une agriculture durable, écologiquement saine en vue de la préservation du patrimoine foncier pour les générations futures. Elle a été initiée il y a bientôt sept ans (Bolakonga, 1999 ; Mbeli, 2001) où l'extrait aqueux des cendres de la jacinthe d'eau a été utilisé comme fumure et a donné des résultats très prometteurs, avec une amélioration consécutive de rendements de plus de dix fois obtenue par Bolakonga (1999).

II. MILIEU, MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1. Milieu expérimental

La présente étude a été menée à Kisangani (400 m d'altitude, 23°29' longitude est, 0°31' latitude nord) dans la concession de l'Institut Facultaire des sciences Agronomiques de Yangambi.

Le climat qui prévaut dans le milieu est du type Af de la classification de Köppen. La température moyenne varie entre 23 et 26°C ; l'humidité relative oscille entre 80 et 90% alors que la pluviométrie annuelle est supérieure à 1.800 mm. L'insolation est de 1925 heures soit environ 45% de la radiation totale possible (Van Wambeke et Liben, 1957).

Le sol serait un ferralsol à texture sablo-argileuse (Mambani, 1999), généralement pauvre en éléments minéraux assimilables, avec une très faible capacité d'échange, souvent inférieure à 16 méq/100 g de sol (Roose, 1980). Il est cependant riche en oxydes de fer et hydroxydes d'aluminium (Dabin, 1981). Son pH est généralement inférieur à 5.

La végétation du site expérimental était essentiellement constituée d'espèces suivantes : *Panicum maximum* et *Pueraria javanica* parsemées de *Cyperus esculenta* et *Comelina sp.*

2.2. Matériels

L'essai a porté sur l'extrait aqueux des cendres de *Cynodon dactylon* comme fumure minérale avec le maïs (*Zea mays* L.) de la variété plata jaune comme plante-test.

2.2. Méthodes

2.3.1. Dispositif expérimental et traitements

Le terrain du site expérimental était défriché et labouré manuellement à la profondeur de 30 cm environ, puis divisé en trois blocs complètement randomisés comprenant trois parcelles de 4 m x 2 m chacune. Le semis était effectué à la main aux écartements de 50 cm x 50 cm à raison de trois grains par poquet. Un seul plant était maintenu en place après démariage effectué trois semaines plus tard.

Cet essai comprenait les trois traitements suivants :

T0 : Témoin sans fumure

T1 : Parcelles fertilisées avec 40 g d'extrait aqueux des cendres de *Cynodon dactylon* correspondant à 50 kg de K₂O/ha*

T2 : Parcelles fertilisées avec 80 g d'extrait aqueux des cendres de *Cynodon dactylon* correspondant à 100 g de K₂O/ha.

L'extrait aqueux des cendres de *Cynodon dactylon* préparé sous forme de sel cristallisé, d'après la méthode proposée par Bolakonga (1999) était appliqué dans les sillons tracés entre les lignes de semis, 36 jours après l'installation de la culture.

2.3.2. Observations

Afin d'apprécier la réponse du maïs aux traitements appliqués, les paramètres suivants ont été

* L'équivalence est établie avec le K₂O en raison de la richesse des cendres en potassium. Cette fumure est donc prise ici comme engrais potassique.

déterminés : la hauteur finale des plants, la surface foliaire, le diamètre au collet, la matière sèche, le poids de mille grains et le rendement en grains de maïs.

Par ailleurs, étant donné que toute décision d'investir doit être éclairée par une comparaison des avantages et des inconvénients qu'elle comporte aussi bien au plan économique qu'écologique, il s'avère nécessaire d'évaluer la rentabilité économique afin d'orienter clairement les utilisateurs sur l'adoption ou non de la nouvelle pratique culturale.

Ainsi, les indicateurs retenus sont le coût de production, la marge bénéficiaire, le revenu et la rentabilité.

Il importe de signaler que le coût total prend en compte la préparation du terrain, le semis, le démariage, les sarclages, le coût des intrants (acquisition et épandage), le prix de la semence, le gardiennage (contre les oiseaux), les frais de récolte, le transport et le conditionnement. Le coût relatif aux outils tient compte de leur durée d'utilisation effective pendant la campagne considérée, exprimée en nombre d'heures de travail effectivement imposées selon la formule $CU = (P/T_1) \times T_2$; CU étant le coût d'utilisation, P le prix d'achat, T_1 la durée de vie de l'outil et T_2 le temps d'utilisation effective de l'outil.

III. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. Aspects agronomiques

Les données relatives aux effets des doses croissantes de l'extrait aqueux des cendres de *Cynodon dactylon* sur les paramètres végétatifs et le rendement en grains de maïs sont reprises dans le tableau 1.

Tableau 1 : Réponse des paramètres végétatifs et du rendement en grains de maïs aux doses croissantes de l'extrait aqueux des cendres de *Cynodon dactylon*

Paramètres	Traitements	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Moyenne	Moyenne relative
Haut. Plant s (cm)	T0	204,1	282,9	227,0	238,0	1,00
	T1	215,0	266,5	250,0	243,8	1,02
	T2	247,2	234,4	248,1	243,2	1,02
Surf. Foliaire re (cm ²)	T0	337,7	499,0	422,9	432,8	1,00
	T1	515,8	606,1	550,6	557,5	1,29
	T2	462,0	446,0	466,0	458,0	1,05
Diam Collet t (cm)	T0	1,65	1,93	1,55	1,37	1,00
	T1	1,85	2,20	2,00	2,01	1,46
	T2	1,92	1,73	1,92	1,85	1,35
Mat. Sèche (t/ha)	T0	3569,8	2724,1	4821,6	3705,17	1,00
	T1	5653,4	4971,6	6458,2	5694,38	1,53
	T2	6691,2	6400,9	6847,3	6646,46	1,79
Poids 1000 grains s	T0	0,333	0,372	0,311	0,339	1,00
	T1	0,351	0,377	0,355	0,361	1,07
	T2	0,390	0,355	0,362	0,369	1,09
Rdt gains (t/ha)	T0	1,440	1,623	1,500	1,521	1,00
	T1	2,211	2,132	1,846	2,063	1,36
	T2	2,621	2,166	1,881	2,222	1,46

La lecture de ce tableau montre que la hauteur des plants varie très peu selon les traitements, les deux doses de fumure l'ayant augmentée d'à peine 2%. Ceci serait lié au patrimoine génétique de la plante-test.

Les résultats obtenus pour la surface foliaire indiquent une certaine amélioration des parcelles fumées par rapport au témoin. Elle est de l'ordre de 5% pour T2 et de 29% pour T1. L'analyse de la variance révèle une différence significative à $P < 0,05$, la dose de 40 g se montrant supérieure au témoin et à la dose de 80g.

Quant au diamètre au collet, il se dégage une relative supériorité de T1 suivi de T2 avec des gains respectifs de 46% et 35% par rapport au témoin. Toutefois, l'analyse statistique des données ne détecte aucune différence significative entre les traitements appliqués.

La séquence de l'augmentation des matières sèches subit une inversion par rapport aux précédents paramètres étudiés, tout en conservant la prévalance des traitements imposés au maïs sur le témoin, et se présente comme suit : $T2 > T1 > T0$. Toutes les différences observées entre les traitements sont statistiquement significatives au seuil de probabilité de 1%.

Ceci suggère que la disponibilité des éléments présents dans l'extrait aurait influencé différemment mais positivement l'accumulation de la matière sèche.

Le poids de mille grains épouse une tendance similaire à la matière sèche quant à la séquence d'amélioration des traitements par rapport au témoin avec un avantage relatif de 9% pour T2 et 7% pour T1. Toutefois, cette légère supériorité numérique des traitements appliqués ne s'avère pas statistiquement significative.

Au demeurant, l'on s'aperçoit que les traitements appliqués ont favorablement influencé le rendement en grains du maïs. Ainsi, par rapport au témoin, l'augmentation est de 36% et 46% respectivement sous T1 et T2. Par ailleurs, l'analyse de la variance confirme l'existence des différences significatives au seuil de 5%. L'application du test de Student, tout en établissant une nette suprématie des traitements par rapport au témoin, révèle que les deux fumures employées ne sont pas significativement différentes entre elles. La séquence serait donc $T2 = T1 > T0$. Ces résultats semblent corroborer ceux obtenus par Bolakonga (1999) et Mbeli (2001) où l'extrait aqueux des cendres de la jacinthe d'eau a néanmoins induit, par rapport au témoin non fumé, une amélioration respective de rendement de maïs grains d'un peu plus de 18 fois avec 87,16 g d'extrait aqueux des cendres de la jacinthe par parcelle de 8 m² et de 2 fois et demi avec 163,7 g d'extrait aqueux des cendres de la jacinthe par parcelle de 8m² ; ceci était d'ailleurs supérieur au gain réalisé par le triple superphosphate TSP (1,5 fois par rapport au témoin).

3.2. Aspects économiques

3.2.1. Coût total de production

Le tableau 2 renseigne sur le coût de production du maïs en dollars américains.

Tableau 2 : Coût total de production en dollars américains

fumure	T0	T1	T2
Coût			
Travail	440,64	2025,06	3607,56
Capital	15,12	16,99	16,99
Total	455,76	2042,05	3624,55
Coût relatif	1	4,48	7,95
T2/T1			1,77

Il se dégage de ce tableau que le coût de production est plus élevé sous les traitements qui ont été fertilisés à l'extrait que sous le témoin. L'accroissement de ce coût est de 348% avec T1 et de 695% avec T2. Le coût total occasionné par le T2 est de 77% supérieur à celui engagé pour la production du maïs sous T1.

3.2.2. Valeur de production des différents traitements

Le tableau 3 donne la valeur de production obtenue avec les différents traitements.

Tableau 3 : Valeur de production obtenue avec différents traitements

Fumure \ Variables	T0	T1	T2
Prix unitaire (\$ US/Kg)	0,10	0,10	0,10
Quantité produite (t/ha)	1,521	2,063	2,222
Valeur de production (\$/ha)	152,1	206,3	222,2
Valeur relative	1,00	1,36	1,46
T2/T1			1,07

Les valeurs relatives montrent que l'application de nos différentes doses d'extraits a permis une amélioration de revenu de 46% sous T2 contre 36% sous T1. Par ailleurs, l'augmentation de la dose de l'extrait n'entraîne qu'une légère augmentation de revenu soit 7% qui ne semble pas compenser le surplus de travail et d'investissement, surtout si l'on considère également les résultats statistiques du test de Student suggérant une similarité de nos deux doses.

3.2.3. Marge bénéficiaire et taux de rentabilité

Le tableau 4 calcule la marge bénéficiaire et le taux de rentabilité déduit.

Tableau 4 : Calcul de la marge bénéficiaire et du taux de rentabilité

Paramètre \ Fumure	Valeur Production (1)	Coût de production (2)	Revenu/coût (1)/(2)	Marge bénéficiaire (3) = (1) - (2)	Taux de rentabilité (3)/(2)
T0 (0 g)	152,1	465,76	0,33	-313,66	-0,67
T1 (40 g)	206,30	2052,05	0,10	-1845,75	-0,89
T2 (80 g)	222,20	3638,73	0,06	-3416,53	-0,93

De l'observation de ce tableau il ressort que, pour tous les traitements appliqués, le rapport revenu/coût est inférieur à l'unité tandis que la marge bénéficiaire et le taux de rentabilité sont négatifs.

Il semble dès lors évident que les ressources engagées dans la production du maïs ne sont pas recouvrées. Les pertes sont colossales sous T2 suivi de T1 et de T0 ; celles enregistrées sous T2 (ayant reçu l'équivalent de 100 Kg de K₂O/ha) sont presque le double de celles sous T1 (ayant reçu l'équivalent de 50 Kg de K₂O/ha) pour une différence de taux de rentabilité de seulement 4\$.

Il importe de souligner le très faible prix de vente du maïs sur le marché de Kisangani (0,1 \$US le kilo) qui est déjà inférieur au coût réel de production car même sans fumure, la rentabilité est négative; cette situation n'est pas de nature à couvrir toutes les dépenses engagées malgré le gain obtenu. Il est donc clair que les agriculteurs travaillent à perte. La valorisation de l'agriculture congolaise doit être réévaluée.

D'autre part, le petit espace utilisé dans le cas de notre expérimentation ne permettrait pas de tirer des conclusions tranchées.

CONCLUSION

La présente étude avait comme objectif d'étudier le pouvoir fertilisant des doses croissantes de l'extrait aqueux des cendres de *Cynodon dactylon* en maïsiculture sur un sol ferrallitique à Kisangani et d'en évaluer le coût global de production. Le but visé est de contribuer à mettre au point des technologies simples, moins coûteuses et accessibles au plus grand nombre des paysans.

Les résultats obtenus révèlent de bonnes performances des fumures utilisées sur le rendement en grain de maïs avec une supériorité nettement significative à $P < 0,05$ de la dose de 100 Kg/K₂O/ha et de celle de 50 Kg de K₂O/ha avec des accroissements respectifs de 46% et 36% par rapport au témoin ; ce qui s'est accompagné d'une augmentation des revenus bruts du même ordre sur les parcelles

fumées.

En revanche, du point de vue économique, la marge bénéficiaire est restée négative entraînant des pertes financières exorbitantes de 3416,53 \$US, de 1845,75 \$US et de 315,55 \$US respectivement sous T2, T1 et T0.

En considérant la marge bénéficiaire négative de T2 qui est presque le double de celle de T1 et tenant compte du faible écart de revenu entre ces deux traitements, 15 \$US seulement, le choix du T1 serait moins onéreux économiquement. Par ailleurs, le T1 est statistiquement équivalent au T2, selon le test de Student ; ces deux traitements se montrant nettement supérieurs au témoin T0. Ce qui suggère la préférence du T1 si l'on souhaite faire des économies.

Les performances de nos traitements par rapport au témoin indiquent que le recours à cette espèce de mauvaise herbe peut améliorer les conditions édaphiques et donc le rendement des cultures. Ceci contribuerait en même temps à éliminer le *Cynodon dactylon* d'autant plus que l'opération s'inscrit dans l'ordre logique des opérations préliminaires à la mise en place des cultures. Le *Cynodon dactylon* ainsi dessouché ou sarclé passerait à l'incinération dont on obtiendrait aisément les cendres desquelles l'on extrairait la forme cristallisée de ladite plante devant servir de fumure ; la seule opération supplémentaire étant l'extraction de la forme cristallisée.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BOLAKONGA I., 1999 : Réponse du maïs à l'extrait aqueux des cendres de la jacinthe d'eau sur un sol ferrallitique. Mémoire inédit. IFA-Yangambi.
- [2] DABIN B., 1981 : Caractéristiques physico-chimiques des sols ferrallitiques de l'Afrique occidentale, Cahier ORSTOM, Série Pédologie XVIII (3-4)
- [3] MAMBANI B., 1999 : Minéralogie des argiles et méthodes d'interprétation. Cours Universitaire, inédit IFA-Yangambi.
- [4] MBELI K., 2001 : Etude comparative de la fertilisation du maïs (*Zea mays* L.) par le Triple Superphosphate (TSP) et l'extrait aqueux des cendres de la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes* Solms) sur un sol ferrallitique à Kisangani. Mémoire inédit. IFA-Yangambi.
- [5] ROOSE E., 1980 : Dynamique actuelle des sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique occidentale. Thèse de Doctorat d'Etat, Université d'Orléans . Presse Universitaire de France, Paris
- [6] Van WAMBEKE et LIBENS, 1957 : Cartes des sols et de la végétation du Congo-Belges et du Rwanda-Urundi. INEAC, Bruxelles